

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

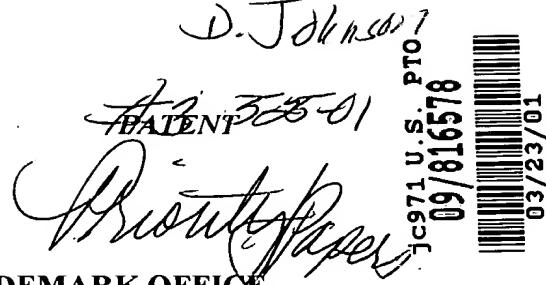
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: **EL627430169US**

In re application of: **Jari SYRJARINNE**

Group No.:

Serial No.: **0** /

Examiner:

Filed: **Herewith**

For: **A METHOD FOR PERFORMING LOCATION DETERMINATION AND AN ELECTRONIC DEVICE**

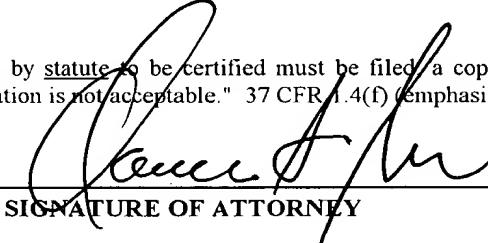
Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : **Finland**  
Application Number : **20000697**  
Filing Date : **24 March 2000**

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

  
**SIGNATURE OF ATTORNEY**

Clarence A. Green

**Type or print name of attorney**

Perman & Green, LLP

**P.O. Address**

Customer No.: **2512**

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

**NOTE:** The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 29.1.2001

jc971 U.S. PTO  
09/816578  
03/23/01

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Espoo

Patentihakemus nro  
Patent application no

20000697

Tekemispäivä  
Filing date

24.03.2000

Kansainvälinen luokka  
International class

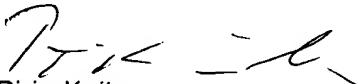
G01S

Keksinnön nimitys  
Title of invention

**"Menetelmä sijainnin määritystä suorittamiseksi ja elektro-niikkalaite"**

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaita  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

61

1

## Menetelmä sijainnin määrittyksen suorittamiseksi ja elektroniikkalaite

Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään sijainnin määrittämiseksi, oheisen patenttivaatimuksen 10 johdanto-osan mukaiseen vastaanottimeensekä oheisen patenttivaatimuksen 19 johdanto-osan mukaiseen paikannusjärjestelmään.

Eräs tunnettu paikannusjärjestelmä on GPS-järjestelmä (Global Positioning System), joka käsitteää tällä hetkellä yli 20 satelliittia, joista samanaikaisesti vastaanottimen näkyvissä on vähintään 4, joissakin tapauksissa jopa 14. Nämä satelliitit lähetetään mm. satelliitin ratatietoa (Ephemeris data) sekä tietoa satelliitin kellonajasta. Sijainnin määrittyksessä käytettävä vastaanotin päättlee sijaintinsa normaalista sitten, että vastaanottimessa lasketaan useammasta paikannusjärjestelmään kuuluvasta satelliitista samanaikaisesti lähetettävän signaalin kulkuaika vastaanottimeen. Sijainnin määrittämiseksi on vastaanottimen vastaanotettava tyypillisesti vähintään neljän näkyvissä olevan satelliitin signaali, jotta vastaanottimen sijainnin x-, y-, z-koordinaatit sekä aikatieto voidaan selvittää. Vastaanotettua navigointi-informaatiota tallennetaan muistiin, jolloin tästä tallennetusta informaatiosta voidaan käyttää mm. satelliittien ratatietoja.

Jokainen GPS-järjestelmän toimiva satelliitti lähetää ns. L1-signaalia 1575,42 MHz:n kantaoaltotaajuudella. Tätä taajuutta merkitään myös  $154f_0$ , missä  $f_0=10,23$  MHz. Lisäksi satelliitit lähetetään L2-signaalia 1227,6 MHz:n kantaoaltotaajuudella, eli  $120f_0$ . Satelliitissa suoritetaan näiden signaalien modulointi ainakin yhdellä valesatunnaissekvensillä. Kullakin satelliitilla tämä valesatunnaissekvenssi on erilainen. Moduloinnin tuloksena muodostuu koodimoduloitu laajakaistasignaali. Käytetty modulointiteknikka mahdollistaa sen, että vastaanottimessa pystytään erottamaan eri satelliittien lähetämät signaalit, vaikka lähetysessä käytettävät kantaoaltotaajuudet ovat olennaisesti samat. Tästä modulointiteknikasta käytetään nimistä koodijako-monikäyttötekniikka (CDMA, Code Division Multiple Access). Kussakin satelliitissa L1-signaalin moduloinnissa käytetään valesatunnaissekvenssinä mm. ns. C/A-koodia (Coarse/Acquisition code), jona käytetään Gold-koodia. Jokainen GPS-satelliitti lähetää signaalia käyttämällä yksilöllistä C/A-

koodia. Koodit muodostetaan kahden 1023-bittisen binäärisekvenssin modulo-2 summana. Ensimmäinen binäärisekvenssi G1 on muodostettu polynomilla  $X^{10}+X^8+1$  ja toinen binäärisekvenssi G2 on muodostettu viivästämällä polynomia  $X^{10}+X^9+X^8+X^6+X^3+X^2+1$  siten, että kulla-  
5 kin satelliitilla viive on erilainen. Tämä järjestely mahdollistaa sen, että eri C/A-koodit voidaan muodostaa samanlaisella koodigeneraattorilla. C/A-koodit ovat siis binäärikoodeja, joiden kelloitusnopeus (Chipping rate) GPS-järjestelmässä on 1,023 Mhz. C/A-koodi käsittää 1023 alibit-  
10 tiä (Chip), jolloin koodin toistoaika (epoch) on 1 ms. L1-signaalin kanto-  
aaltoa moduloidaan vielä navigointi-informaatiolla 50 bit/s bittinopeu-  
della. Navigointi-informaatio käsittää tietoa satelliitin "terveydentilasta" (health), radasta, aikatietoa jne.

15 Navigointi-informaation modulointi suoritetaan edullisesti siten, että yhden informaatiobitin välityksessä käytetään ainakin yhtä valesatunnaissekvenssinä käytettävän koodin muodostamaa koodijaksoa. Mikäli moduloitavan informaatiobitin arvona on ensimmäinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään mainitun koodijakson alibiteille valittuja arvoja, ja mikäli informaatiobitin arvona on toinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään koodijakson kullekin alibiteille valitun arvon vastakkaista arvoa.

20 Satelliitit tarkkallevat laitteistonsa kuntoa toimintansa aikana. Satelliitit voivat käyttää esim. ns. vahtikoiratoimintoja joidenkin laitteistoon mah-  
25 dollisesti tulleiden vikojen havaitsemiseen ja ilmoittamiseen. Virheet ja toimintahäiriöt voivat olla hetkellisiä tai pidempiaikaisia. Terveydentila-  
tietojen perusteella voidaan mahdollisesti osa virheistä kompensoida tai jättää vikantuneen satelliitin lähetämä informaatio kokonaan huomioi-  
matta. Lisäksi tilanteessa, jossa useamman kuin neljän satelliitin sig-  
30 naali on vastaanotettavissa, voidaan terveydentilatietojen perusteella painottaa eri satelliiteista vastaanotettua informaatiota eri tavalla. Täl-  
lön epäluotettavalta vaikuttavien satelliittien mahdollisesti aiheuttamia virheitä mittauksiin voidaan minimoida.

35 Satelliittien signaalien havaitsemiseksi ja satelliittien tunnistamiseksi on vastaanottimen suoritettava tahdistus, jossa vastaanotin etsii kulloinkin kunkin satelliitin signaalin ja pyrkii tahdistumaan tähän signaaliin, jotta

signaalin mukana lähetettävä data voidaan vastaanottaa ja demodu-  
loida.

Sijainninemääritysvastaanottimen on suoritettava tahdistus mm. silloin,  
5 kun vastaanotin kytketään päälle ja myös tilanteessa, jossa vastaanotin  
ei ole pitkään alkaan pystynyt vastaanottamaan minkään satelliitin sig-  
naalia. Mm. kannettavissa laitteissa tällainen tilanne voi syntyä helposti,  
koska laite liikkuu ja laitteen antenni ei aina ole optimaalisessa asen-  
nossa satelliitteihin nähden, mikä heikentää vastaanottimeen tulevan  
10 signaalin voimakkuutta. Myös kaupunkialueilla rakennukset vaikuttavat  
vastaanotettavaan signaaliin ja lisäksi voi syntyä ns. monitie-etenemis-  
määritys, jossa lähetetty signaali saapuu vastaanottimeen eri kulkureittejä,  
esim. suoraan satelliitista (line-of-sight) ja lisäksi rakennuksista heijas-  
tuneena. Tämä monitie-eteneminen aiheuttaa sen, että sama signaali  
15 vastaanotetaan useina eri vaiheisina signaaleina.

Sijainninemääritysjärjestelylle on kaksi pääasiallista tehtävää:

1. vastaanottimen pseudo-etaisyyden laskenta eri GPS-sateliitteihin, ja  
20 2. vastaanottimen sijainnin määritys, jossa käytetään laskettuja  
pseudo-etaisyyksiä sekä satelliittien sijaintitietoja. Satelliittien  
kuloinenkin sijaintitieto voidaan laskea satelliiteista vas-  
taanotettujen ephemeris- ja aikakorjaustietojen perusteella.
- 25 Etäisyyksiä satelliittielihin nimitetään pseudo-etaisyyksiksi, koska aika ei  
vastaanottimessa ole tarkasti tiedossa. Tällöin sijainnin ja ajan määritystä  
toltetaan, kunnes on saavutettu riittävä tarkkuus ajan ja sijainnin  
suhteen. Koska aikaa ei tiedetä absoluuttisen tarkasti, on paikka ja aika  
30 selvitettävä esimerkiksi linearisoimalla yhtälöryhmä jokaista uutta ite-  
raatiota varten.

- 35 Pseudo-etaisyyden laskenta voidaan suorittaa mittaamalla eri satelliitien  
signaalien keskinäiset, näennäiset kulkuviiveet. Sen jälkeen, kun  
vastaanotin on tahdistunut vastaanotettuun signaaliin, suoritetaan sig-  
naalissa lähetetyn informaation selvittäminen.

Lähes kaikki tunnetut GPS-sijainnimääritysvastaanottimet (GPS-navigointivastaanottimet) käyttävät korrelatiomenetelmiä koodiin tahdistumiseen (acquisition) ja seurantaan (tracking). Sijainnimääritysvastaanottimessa on tallennettu tai generoidaan paikalliseksi vertailukoodit ref(k), eli eri satelliittien valesatunnaissekvenssit. 5 Vastaanotetulle signaalille suoritetaan muunto välitaajuudelle (Down Conversion), minkä jälkeen vastaanotin suorittaa vastaanotetun signaalin kertomisen tallennetulla valesatunnaissekvenssillä. Kertolaskun tuloksesta muodostunut signaali integroidaan tai alipäästösuodatetaan, 10 jolloin tuloksesta saadaan tieto siitä, onko vastaanotetussa signaalissa ollut jonkin satelliitin lähetämä signaali. Vastaanottimessa suoritettava kertolasku toistetaan siten, että kullakin kerralla siirretään vastaanottimeen tallennetun valesatunnaissekvenssin vaihetta. Oikea vaihe päätellään korrelaatiotuloksesta edullisesti siten, että korrelaatiotuloksen 15 ollessa suurin, on oikea vaihe löytynyt. Tällöin vastaanotin on oikein tahdistunut vastaanotettuun signaaliin.

Sen jälkeen, kun koodiin tahdistuminen on suoritettu, suoritetaan vielä taajuuden hienosäätö ja vaihelukitus. Tämä korrelaatiotulos ilmaisee 20 myös GPS-signaalissa lähetetyn informaation.

Edellä mainittu tahdistus ja taajuudensäätöprosessi on suoritettava kullekin sellaisen satelliitin signaalille, jota vastaanottimessa vastaanotaan. Joissakin vastaanottimissa voi olla useampia vastaanottokanavia, 25 jolloin kullakin vastaanottokanavalla pyritään tahdistumaan kulloinkin yhden satelliitin signaaliin ja suorittamaan tämän satelliitin lähetämän informaation selvitys.

Erityisesti liikkuvan vastaanottimen sijainnimääritysten tarkentamiseksi on kehitetty ns. differentiaalinen sijainnimääritys DGPS. Tällöin sijainnimääritysvastaanotin vastaanottaa mainittujen neljän satelliitin signaalia ja lisäksi käytetään vertailuvastaanottimen suorittamaa sijainnimääritystä erilaisten virheiden eliminoinmiseksi. Vertailuvastaanotin 30 on tyypillisesti kiinteä, ja sen sijainti on tiedossa.

35 Kuvassa 1 on esitetty periaatekaaviona sijainnin määritystä neljän satelliitin SV1, SV2, SV3, SV4 lähetämän signaalin ja vertailuvastaanottimen BS avulla sijainnimääritysvastaanottimessa MS. GPS-järjestel-

mässä satelliitit lähettilävät ratatietoa sekä aikatietoa, joiden perusteella sijainninmääritysvastaanottimessa voidaan suorittaa laskentaa satelliitin kulloisenkin sijainnin määrittämiseksi. Tämän ratatiedon ja aikatiedon lähettiläminen suoritetaan kehyksissä, jotka on vielä jaettu alikehyksiin.

5 Kuvassa 2 on eräs esimerkki tällaisesta kehysrakenteesta FR. GPS-järjestelmässä kukaan kehys käsittää 1500 bittiä, jotka on jaettu viiteen 300 bittiä käsittävään alikehykseen SF1—SF5. Koska yhden bitin lähetys kestää 20 ms, kunkin alikehyksen lähetys kestää tällöin 6 s, ja koko kehys lähetetään 30 sekunnissa. Alikehykset on numeroitu 1—5.

10 Alikehysten sisältämä informaatio voidaan vielä jakaa kymmeneen sanaan (W1—W10), kuten kuvassa 2 on esitetty. Ensimmäistä sanaa käytetään mm. tahdistusosan (preamble) ja telemetriatiedon (Telemetry Message) lähettiläiseen. Toisessa sanassa lähetetään mm. aikatietoa TOW (Time of Week), joka ilmoittaa seuraavan alikehyksen lähetyshetken. Muissa sanoissa lähetetään alikehyskohtaista tietoa, kuten tietoa satelliitin kelon poikkeamasta GPS-järjestelmän kellonaikaan nähdien.

15 Alikehyksiä 2 ja 3 käytetään ratatiedon lähetykseen. Alikehys 4 sisältää muuta järjestelmäinformaatiota, kuten yleisen aikatieton (UTC, Universal Time, Coordinated). Alikehys 5 on tarkoitettu kaikkien satelliittien almanakkatietojen lähetykseen. Näiden alikehysten ja kehysten muodostamaa kokonaisuutta nimitetään GPS-navigointisanomaksi (GPS navigation message), joka käsittää 25 kehystä eli 125 alikehystä. Navigointisanoman pituus on tällöin 12 min 30 s.

20 GPS-järjestelmässä aikaa mitataan sekunteina viikon alusta. GPS-järjestelmässä viikon alkuhetki on lauantain ja sunnuntain välinen keskiyö. Kussakin alikehyksessä lähetetään tieto siitä, minä GPS-viikon ajanhetkenä seuraavan alikehyksen ensimmäinen bitti on lähetetty. Tällöin aikatieto ilmaisee tietyn bitin lähetyshetken, eli GPS-järjestelmässä kyseisen alikehyksen viimeisen bitin lähetyshetken. Aikaa satelliiteissa mitataan erittäin tarkkojen atomikellojen avulla. Tästä huolimatta GPS-järjestelmän ohjauskeskuksessa (ei esitetty) valvotaan kunkin satelliitin toimintaa ja suoritetaan mm. aikavertailu satelliittien kellovirheiden havaitsemiseksi ja tämän tiedon välittämiseksi satelliittiin.

Vastaanottimessa voidaan vastaanotetun signaalin vastaanottohetki  $\hat{T}_{ToA}^k$  määrittää esimerkiksi seuraavasti:

$$\hat{T}_{ToA}^k = TOW^k + N_{bit}^k + N_{ms}^k + N_{chip}^k + \Delta chip^k \quad (1)$$

5

missä

$TOW^k$  = viimeisimmän vastaanotetun alikehyksen sisältämä aikatieto (time of week),

10  $N_{bit}^k$  = aikatietoa vastaanotettujen bittien lukumäärää vastaava aika, joka sisältää aikatiedon, viimeisen bittin jälkeen vastaanotettujen bittien lukumäärää vastaava aika,

$N_{ms}^k$  = viimeisimmän vastaanotetun bittin vastaanottamisesta kulunut aika,

15  $N_{chip}^k$  = viimeisimmän koodijakson (epoch) vaihtumisen jälkeen vastaanotettujen kokonaisten alibittien lukumäärä (0—1022),

$\Delta chip^k$  = mitattu koodivaihe sijainninmääritystyshetkellä, ja

20  $k$  = satelliitin indeksi.

25 Kaavan 1 kaikki yhteenlaskettavat termit voidaan ilmaista aikayksikössä (sekunteina). Myös alibittien ja bittien ajallinen pituus on tiedossa ja se on olennaisesti vakio.

30 Oheisessa kuvassa 3 on havainnollistettu tästä eräällä sijainninmääritystyshetkellä vastaanotetun signaalin vastaanottohetken arvioimisessa käytettyä kaavaa ja sen eri termejä. On selvää, että kuva 3 on yksinkertalstettu todelliseen tilanteeseen nähdien, koska mm. yksi koodijakso käsittää 1023 alibittiä, joten niiden esittäminen tarkasti ei ole järkevää. Sijainninmääritystyshetkeä esittää pistekatkoviiva, joka on merkitty viitteellä SM.

35 Kuten kaavasta 1 voidaan havaita, satelliiteista vastaanotettuja sijainninmääritystyssignaaleja käytetään vain kahden viimeisen termin määritimisessä. Signaalin vastaanottohetken määritys edellyttää kuitenkin myös kaavan 1 kolmen ensimmäisen termin selvitystä. Nämä kolme termiä voidaan selvittää vastaanotetun navigatiiodatan ja

vastaanottimen paikallisen vertailukellon perusteella. On tärkeää laskea vastaanotetun signaalin vastaanottohetki kullekin seurattavalle signaalille, koska vastaanottimen paikallinen vertailuaika, joka on muodostettu vastaanottimen paikallisoskillaattorilla, on kytketty näiden 5 arvojen perusteella GPS-aikaan. Lisäksi eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien erilaiset kulkuajat voidaan päättää näistä mitatuista arvoista, koska kukaan satelliitti lähetää saman alibitin olennaisesti samalla hetkellä. Vaikka eri satelliittien ajoituksissa voikin olla pieniä eroja, niitä tarkkaillaan, ja virhetieto välitetään GPS-navigointisano-10 massa, kuten jo edellä on mainittu.

Hyvässä vastaanotto-olosuhteissa ja käytettäessä edullista satelliitti-15 konstellaatiota käyttäjän sijainti ja aikavirhe voidaan ratkaista hyvin tarkasti. Hyvä satelliittien konstellaatio merkitsee sitä, että sijainninmääri-tyksessä käytettävät satelliitit on valittu siten, että vastaanottimesta kat-20 sottuna ne sijaitsevat selvästi eri suunnissa, eli avaruuskulmat, joissa eri satelliiteista lähetetyt signaalit saapuvat vastaanottimeen, poikkeavat selvästi toisistaan.

25 Sen sijaan tilanteessa, jossa vastaanotettu signaali on heikko, ei vas- taanotettua navigointisanoman sisältämää tietoa voida välittämättä käyttää hyväksi. Tämä johtuu mm. siitä, että vastaanotetun signaalin signaali-kohinasuhde on huono, jolloin signaalista ei voida havaita signaalissa lähetettyjä bittejä. Tämä merkitsee myös sitä, että vastaanottimen vertailuaikaa ei saada korjattua todellisen vastaanottoajan ToA (Time of Arrival) mukaiseksi, joten edellä esitetyn kaavan (1) mukaista laskentaa ei voida suorittaa. Tällöin ainoat kantataajulisesta signaalista suoritettavat käytökelpoiset mittaukset ovat alibittien lukumäärä ja koodivaihe. Jos vastaanottimessa ei ole 30 kunnollista ratatietoa ja vertailuaikaa käytettävissä, ei sijaintia kuitenkaan voida laskea pelkästään alibittien lukumäärän ja koodivaiheen perusteella. Vanha ratatieto ei myöskään anna riittävän tarkkaa satelliittien sijaintia, jolloin sijainninmääritynksen tarkkuus huononee. Pahimmassa tapauksessa vastaanottimessa ei ole ollen-35 kaan selville navigointitietoa, mikä merkitsee sitä, että kaavan (1) mukaista signaalien vastaanottoaijoiden laskentaa ei voida tehdä, ja sijainnin määritys ei onnistu. Vastaavasti vertailuajan puuttuminen

tekee nykyisin tunnetuilla menetelmillä mahdottomaksi suorittaa GPS-ajan arviointi, vaikka ratatietoa olisikin käytettävissä.

5 Patentissa US-5,768,319 on esitetty eräs GPS-sijainninmääritysvastaanotin, jossa satelliitista vastaanotetun signaalinsignaali-kohinasuhdetta on pyritty parantamaan siten, että useiden peräkkäisten kehysten informaatiota yhdistetään esim. summaamalla peräkkäisistä kehysistä vastinbittejä toisiinsa. Tämän menetelmän eräänä epäkohtana on se, että näytteiden yhdistämiseen 10 kuluva aika kasvaa sitä suuremmaksi, mitä useampia kehysiä yhdistetään. Tällöin sijainninmääritykseen kuluva aika kasvaa vastaavasti.

15 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaan saada parannettu menetelmä vastaanottimessa vastaanotetun signaali-kohinasuhteen parantamiseksi, jolloin vastaanottimen sijainti voidaan määrittää myös heikommilla signaalinvioimakkuuksilla. Keksinnön tarkoituksena on myös aikaansaada sijainninmääritysvastaanotin. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että vastaanotetaan useamman 20 eri satelliitin vastaanottamaa signaalialia, joista yhdistetään sellaisia osia, joissa eri satelliiteista lähetetty informaatio on sama.. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle vastaanottimelle on tunnusomaista se, 25 mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 10 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle paikannusjärjestelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 19 tunnusmerkkiosassa.

30 Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin ja sijainninmääritysvastaanottimiin verrattuna. Keksinnön mukaista menetelmää sovellettaessa voidaan sijainninmääritys suorittaa myös silloin, kun vastaanotetun signaalin voimakkuus on hyvin heikko, esim. rakennusten sisätiloissa. Keksinnön 35 mukaisella menetelmällä saadaan parannettua vastaanotetussa signaalissa bittien alkukohtien ja arvon havaitsemista.

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaten samalla oheisiin kuviin, joissa

5      kuva 1      esittää yksinkertaistettuna periaatekaaviona sijainnin määritystä neljän satelliitin lähetämän signaalin ja vertailupisteen avulla sijainninmääritysvastaanottimessa,

10     kuva 2      esittää esimerkkiä GPS-järjestelmässä käytettävästä kehysrakenteesta,

15     kuva 3      havainnollistaa erällä sijainninmäärityshetkellä vastaanotetun signaalin vastaanottohetken arvioimisessa käytettyä tunnetun tekniikan mukaista kaavaa ja sen eri termejä,

20     kuva 4      havainnollistaa satelliittien signaalien kulkuaikaeroja vastaanottimeen,

25     kuva 5      esittää satelliitin etäisyyttä sijainninmääritysvastaanottimesta ja tukiasemasta aikatasossa,

30     kuva 6      esittää pelkistetynä lohkokaaviona vastaanotinta, jossa keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa,

35     kuva 7a     esittää eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotettuja signaaleita, ja

40     kuva 7b     esittää eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotetuista signaaleista keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä muodostettuja yhdistettyjä signaaleita.

Kuvan 6 sijainninmääritysvastaanottimessa MS ensimmäisen antennin 1 kautta vastaanotettava signaali muunnetaan sopivimmin välitaajuudelle tai suoraan kantataajuudelle muunninlohkissa 2a—2d. Kuvan 6 mukainen vastaanotin MS käsittää neljä vastaanottokanavaa, joissa kussakin on oma muunninlohkonsa 2a—2d, mutta on selvää, että kanavia voi olla eri määrä kuin tässä esitetty. Muunninlohkissa 2a—2d välitaajuudelle tai kantataajuudelle muunnettua signaali käsittää sinänsä

tunnetusti kaksi komponenttia: I- ja Q-komponentit, joiden välillä on 90° vaihe-ero. Nämä välitaajuuudelle muunnetut analogiset signaalikomponentit digitoidaan. Digitoinnissa signaalikomponenteista otetaan vähintään yksi näyte jokaisesta alibitistä, eli GPS-järjestelmässä otetaan tällöin vähintään 1 023 000 näytettä sekunnissa. Lisäksi digitoidun signaalin I- ja Q-komponentit kerrotaan ensimmäisen numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 (NCO, Numerically Controlled Oscillator) muodostamalla signaalilla. Tämä ensimmäisen numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 signaali on tarkoitettu korjaamaan Doppler-siirtymästä ja vastaanottimen MS paikallisoskillaattorin (ei esitetty) taajuusvirheestä johtuva taajuuspoikkeama. Muunninlohkoissa 2a—2d muodostetut signaalit, jotka on merkitty kuvaan 6 viitteillä Q(a), I(a)—Q(d), I(d), johdetaan edullisesti digitaaliseen signaalinkäsittely-yksikköön 3. Digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 3 tallentaa navigointi-informaatiota edullisesti muistiin 4. Lohkossa 16 muodostetaan myös kulloinkin vastaanotettavien satelliittien koodimoduloinnissa käytettyjä koodeja vastaavat vertailukoodit ref(k). Vastaanotin MS pyrkii mm. tämän vertailukoodin ref(k) avulla löytämään kullakin vastaanottokanavalla vastaanotettavan satelliitin signaalin koodivaiheen ja taajuuspoikkeaman käytettäväksi tahdistuksen jälkeisissä toiminnoissa.

Sijainninmääritysvastaanotin MS käsittää myös välineet langattoman vlestimen toimintojen suorittamiseksi, kuten toisen antennin 10, radioosan 11, audiovälileet, kuten koodekin 14a, kaiuttimen 14b ja mikrofonin 14c, näytön 12 ja näppäimistön 13.

Ohjauslohkolla 7 ohjataan mm. koodivaiheilmaisinta 9, jonka avulla numeerisesti ohjatun oskillaattorin 5 taajuutta säädetään tarvittaessa. Tahdistusta ei tässä selityksessä ole tarkemmin käsitetty, vaan se on sinänsä tunnettua tekniikkaa. Sen jälkeen kun vastaanottokanava on tahdistunut jonkin satelliitin SV1, SV2, SV3, SV4 signaaliin, voidaan tarvittaessa aloittaa signaalissa lähetetyn navigointi-informaation ilmaisu ja tallennus, mikäli mahdollista. Kuitenkin heikoilla signaaleilla voi helposti tulla ilmaisuvirheitä, mikä vaikuttaa paikannustarkkuuteen. Signaali-kohinasuhteen parantamiseksi suoritetaan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä usean eri satelliitista vastaanotetun informaation integrointi. Tätä selostetaan seuraavassa.

Kuvassa 7a on esitetty eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotettuja signaaleita graafisina kuvaajina. Kukin kuvaaja esittää yhdestä satelliitista vastaanotettua signaalia.

5 Vastaanottimessa MS tallennetaan eri vastaanottokanavilla vastaanotetusta signaalista otettuja näytteitä. Eri satelliiteista tiettyllä hetkellä lähetetty informaatio ei väittämättä saavu vastaanottimeen samanaikaisesti, jolloin vastaanottimessa on selvitettävä kulkuaikaerot

10 10 eri satelliiteista lähetetyjen signaalien välillä. Tätä tilannetta on havainnollistettu oheisessa kuvassa 4, missä neljän satelliitin SV1, SV2, SV3, SV4 lähetämä informaatio vastaanotetaan vastaanottimessa MS olennaisesti samanaikaisesti. Tässä keksinnön edullisessa suoritusmuodossa vastaanotin MS selvittää kulkuaikaerot

15 15 edullisesti matkaviestinverkon avulla. Tämän suorittamiseksi vastaanotin tarvittaessa lähetää matkaviestinverkkoon pyynnön satelliittien ratatietojen lähetämiseksi vastaanottimeen MS. Vastaanotin MS ei kuitenkaan väittämättä tiedä, minkä satelliittien sijainti on edullinen vastaanottimen MS sijainninmäärityn kannalta. Tällöin voi

20 20 matkaviestinverkon jokin verkkoelementti, edullisesti tukiasema BS tai matkapuhelinkeskus MSC, valita sellaiset satelliitit, jotka ovat vastaanottimen MS kannalta horisontin yläpuolella ja sijaitsevat toisiinsa nähden siten, että sijainninmääritys voidaan suorittaa. Toisaalta matkaviestinverkko voi välittää kaikkien satelliittien ratatietoja sekä tietoa vastaanottimeen MS yhteydessä olevan tukiaseman BS (serving base station) sijainnista vastaanottimeen MS, jolloin vastaanottimessa MS suoritetaan sopivien satelliittien valinta. Tämä valinta perustuu siihen, että vastaanottimeen MS yhteydessä olevan tukiaseman BS etäisyys on tyypillisesti korkeintaan muutamia

25 25 kymmeniä kilometrejä, yleensä korkeintaan n. 30 km. Tällöin voidaan olettaa, että vastaanotin MS on tämän 30 km:n säteellä tukiaseman BS sijainnista. Tällöin satelliitin lähetämän signaalin kulkuaika satelliitista tukiasemaan (merkitty viitteellä D1 kuvaan 5) ja kulkuaika satelliitista sijainninmääritysvastaanottimeen (merkitty viitteellä D2 kuvaan 5)

30 30 eroavat korkeintaan n. 100  $\mu$ s. Sijainninmääritysvastaanottimen MS ja tukiaseman BS etäisyys kulkuaikojen suhteen tarkasteltuna ei myöskään muutu merkittävästi tukiaseman BS alueella, jolloin voidaan olettaa, että sijainninmääritysvastaanottimessa MS sekä tukiasemassa

35 35

BS saman satelliitin signaalin vastaanottohetkissä on alle yhden millise-kunnin ero. Tämän tukiaseman BS sijaintia voidaan pitää vastaanottimen MS kannalta oletussijaintina.

- 5 Kaavan (1) mukaisesti vastaanottoajan ToA määritys käsittää viisi osaa, joista vain kaksi viimeisintä, eli koodijakson vaihtumisen jälkeen vastaanotettujen alibittien lukumäärä  $N_{chip}^k$  ja koodivaihe  $\Delta chip^k$  voidaan määritää tilanteessa, jossa vastaanotettavan signaalin voimakkuus on heikko. Näillä kahdella parametrilla on mahdollista mitata vain alibittitason ( $<1$  ms) eroja eri satelliittien SV1, SV2, SV3, SV4 signaaleissa, koska sama koodi toistuu koodijakson ( $=1$  ms) välein. Koska kunkin satelliitin ja vastaanottimen välinen etäisyys voi olla merkittävästi erilainen, voi eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien kulkuajoissa olla suuriakin eroja, jopa yli 10 ms. Tällöin ei alibittitason erojen määritys ole riittävä. Yksi millisekunti ajassa merkitsee n. 300 km:n etäisyyttä signaalin edetessä olennaisesti valonnopeudella. Vastaavasti yksi alibitti (n.  $1 \mu s = 1$  ms/1023) merkitsee n. 300 metriä.
- 10
- 15
- 20 Sen jälkeen kun vastaanottimessa MS on tieto satelliittien lähettämien signaalien kulkuaikeista, voi vastaanotin MS tahdistaa eri vastaanottokanavien tallennetut näytteet toisiinsa. Tämän suorittamiseksi vastaanotin MS valitsee yhden satelliitin vertailusatelliitiksi, johon muiden satelliittien signaalien näytteet tahdistetaan. Nyt esillä olevan keksinnön kannalta ei ole merkitystä sillä, mikä satelliitti valitaan vertailusatelliitiksi. Oletetaan seuraavassa, että vastaanotin valitsee vertailusatelliitiksi sen satelliitin, josta signaalien kulkuaika on pienin. Esimerkiksi kuvan 4 tilanteessa tällainen satelliitti on kolmas satelliitti SV3. Kuvaan 4 on merkitty pistekatkoviivalla SM erästä näytteenottohetkeä. Viitteillä ToA1, ToA2, ToA3, ToA4 on kuvaan 4 merkitty vielä näytteenottohetkeä vastaanivien signaalien vastaanottohetkeä eri satelliiteista SV1, SV2, SV3, SV4. Oletetaan esimerkin vuoksi vielä, että ensimmäisellä vastaanottokanavalla vastaanotetaan ensimmäisen satelliitin SV1 signaalia, toisella vastaanottokanavalla vastaanotetaan toisen satelliitin SV2 signaalia, kolmannella vastaanottokanavalla vastaanotetaan kolmannen satelliitin SV3 signaalia, ja neljännellä vastaanottokanavalla vastaanotetaan
- 25
- 30
- 35

neljännen satelliitin SV4 signaalia. On kuitenkin selvää, että vastaanottokanavia ei ole sidottu minkään tietyn satelliitin lähetämän signaalin vastaanottamiseen sinänsä.

5 Seuraavaksi vastaanotin MS asettaa vastaanottokanavakohtaiset näytelaskurit CNT1, CNT2, CNT3, CNT4 (kuva 6) tai vastaavat siten, että kukin näytelaskuri osoittaa satelliitin lähetämässä sanomakehyksessä samaan bittiin. Koska edellä valittiin vertailusatelliitiksi se satelliitti, josta on lyhin signaalin kulkuaika 10 vastaanottimeen MS, voidaan kolmannen vastaanottokanavan näytelaskuri CNT3 asettaa aluksi nollaksi. Tällöin se osoittaa kolmannessa näytekurissa BUF3 (kuva 6) edullisesti sillä hetkellä ensimmäiseen näytteeseen. Muiden näytelaskureiden arvot asetetaan kulkuaikaerojen perusteella. Esimerkiksi ensimmäisen 15 vastaanottokanavan näytelaskuri CNT1 asetetaan siten, että vähennetään ensimmäisen satelliitin SV1 kulkuaikatiedosta vertailusatelliitin kulkuaika, ja tästä aikaeroa vastaava näytteiden lukumäärä on tällöin tämän ensimmäisen vastaanottokanavan näytelaskurille CNT1 asetettava arvo. Jos vastaanotetuista signaaleista 20 otetaan yksi näyte kutakin alibittiä kohden, vastaa yksi näyte GPS-järjestelmässä 1/1023 ms:n aikaa. Muille vastaanottokanaville suoritetaan näytelaskurin arvon asettaminen vastaavalla tavalla. Tämän jälkeen kukin näytelaskuri osoittaa vastaavassa näytekurissa olennaisesti samaan aikaan lähetettyä signaalia 25 vastaavaan näytteeseen.

Seuraavaksi suoritetaan eri satelliiteista vastaanotettujen signaalien näytteiden yhdistäminen esimerkiksi summaamalla analysointinäytejonon muodostamiseksi. Tällöin vastaanottimessa MS 30 esimerkiksi signaalinkäsittely-yksikkö 3 laskee kunkin näytelaskurin osoittamassa muistipaikassa olevat näytearvot yhteen ja asettaa summan analysointinäytejonon tietynksi arvoksi. Analysointinäytejonon osoittimena voidaan käyttää edullisesti vertailusatelliitin signaalin vastaanottamisessa käytetyn vastaanottokanavan näytelaskuria. 35 Summauksen jälkeen muutetaan näytelaskureiden arvoa edullisesti yhdellä. Summausta toistetaan, kunnes tarvittava määrä näytteitä on käyty läpi, esim. n. 1 s:n aikaa vastaavat näytejonot. On selvää, että summauksen lisäksi voidaan ottaa näytteistä esimerkiksi keskiarvo.

Signaalikohinasuhteen parantuminen summauksessa käytettävien satelliittien lukumäärän funktiona on esitetty desibeliaarvoina taulukossa

1. Taulukon 1 arvoja laskettaessa on oletettu, että kohina kullaakin 5 vastaanottokanavalla on olennaisesti yhtä voimakas ja olennaisesti toisistaan riippumaton. Taulukon 1 arvot on laskettu kaavalla

$$\Delta \text{SNR} = 10 \log_{10} \left[ \frac{\left( \sum_{\text{N}} A_d \right)^2}{\sum_{\text{N}} \sigma_n^2} \right] \quad (2)$$

10 missä  $A_d$  on näytteiden amplitudi,  $\sigma_n^2$  on kohinan varianssi, ja N on vastaanottokanavien lukumäärä.

| N  | $\Delta \text{SNR}$ [dB] |
|----|--------------------------|
| 2  | 3,01                     |
| 3  | 4,77                     |
| 4  | 6,02                     |
| 5  | 6,99                     |
| 6  | 7,78                     |
| 7  | 8,45                     |
| 8  | 9,03                     |
| 9  | 9,54                     |
| 10 | 10,00                    |
| 11 | 10,41                    |
| 12 | 10,79                    |

TAULUKKO 1

15 Kuvassa 7b on esitetty eräässä esimerkkitilanteessa vastaanottimen vastaanottokanavissa vastaanotetuista signaaleista keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä muodostettuja yhdistettyjä signaaleita graafisina kuvaajina. Eri kuvaajissa on esitetty se, kuinka yhdistettyjen signaalien määrä vaikuttaa mnetelmän 20 mukaisesti muodostettuun yhdistettyyn signaaliln.

Edellä mainittu eri näytejonojen yhdistäminen parantaa signaali-kohinasuhdetta sellaisissa tilanteissa, joissa eri satelliittien lähetämä informaatio on olennaisesti sama. GPS-järjestelmässä kunkin alikehyksen alussa on kaksi sellaista osaa, joissa tietty määrä bittejä ovat samoja kaikilla järjestelmän satelliiteilla. Nämä osat ovat alikehyksen ensimmäisessä sanassa 8-bittinen tahdistusosa, toisessa sanassa 17-bittinen viikonaika TOW, ja 3-bittinen alikehyksen tunniste (subframe ID). Viikonaika muuttuu kuuden sekunnin välein, jolloin vastaanottimessa tulisi GPS-kellonaika olla suhteellisen tarkasti tiedossa. Tämä ei kuitenkaan aiheuta yleensä merkittäviä ongelmia, koska riittävän tarkka arvio GPS-ajasta voidaan etsiä esimerkiksi käyttämällä sinänsä tunnettua sovitukseen perustuvaa optimointimenetelmää, jossa pyritään löytämään sellainen vertailumerkkijono (-bittijono), eli vertailuaika, jolla saavutetaan paras sovituksen laatu (quality of fit optimization). Toisaalta tarvittaessa voidaan käyttää vähemmän bittejä tästä viikonpäivätiedosta, mikäli kuuden sekunnin vaihtumisaika on liian lyhyt.

Analyysinäytejonon muodostuksen jälkeen voidaan 20 analyysinäytejonosta etsiä haluttua merkkijonoa mm. korrelatiomenetelmällä. Käyttämällä keksinnön mukaisesti useammasta satelliitista vastaanotettua signaalia analyysinäytejonon muodostuksessa, saadaan signaaleissa lähetettyjen bittien reunat ja arvot selvemmin esiin kuin jos käytettäisiin vain yhden satelliitin signaalia. Bittien alkukohtaa voidaan etsiä analyysinäytejonon näytteistä edullisesti etsimällä sellaista kohtaa, jossa bitin arvo vaihtuu. Yksi bitti GPS-järjestelmässä käsittää tietyn määrän koodijaksoja, joissa kussakin on tietty määrä alibittejä. Tällöin myös näytejonossa tietty määrä näytteitä vastaa tiettyä bittiä, ja yhden bitin reunan löytymisen jälkeen voidaan selvittää myös muiden bittien arvot esimerkiksi seuraavasti. Lasketaan analyysinäytejonon näytteiden perusteella kullekin bitille arvio esim. analyysinäytejonon bittikohtaisten näytteiden arvojen keskiarvona ja muodostetaan näin lasketuista arvoista ensimmäinen vertailubittijono. Toinen vertailumerkkijono muodostetaan 30 sen perusteella, mitä kullekin satelliitille yhteistä tietoa vastaanotetusta signaalista etsitään. Jos etsitään ensimmäisen sanan tunnettua bittijonoa, eli alkutahdistusosaa, asetetaan toiseksi vertailumerkkijonoksi tämän alkutahdistusosan mukainen merkkijono.

Tämän hakemuksen tekemisehetkellä käytössä olevassa GPS-järjestelmässä tämä alkutahdistusosa on bittijono "10001011", mutta on selvää, että tämän merkkijonon sisällöllä ei sinänsä ole merkitystä tämän keksinnön soveltamisen kannalta. Toisen vertailumerkkijonon 5 asettamisen jälkeen vastaanotin MS, edullisesti signaalinkäsittelyyksikkö 3, alkaa verrata mainittuja ensimmäistä vertailumerkkijonoa ja toista vertailumerkkijonoa keskenään oikean tahdistuksen selvittämiseksi.

10 Korrelaatiomenetelmässä suoritetaan toisen vertailumerkkijonon bittikohtainen vertailu ensimmäiseen vertailumerkkijonoon. Koska ensimmäinen vertailumerkkijono on tässä suoritusmuodossa pidempi kuin toinen vertailumerkkijono, vertailussa kulloinkin käytetään ensimmäisestä vertailumerkkijonosta yhtä monta bittiä kuin toisessa 15 merkkijonossa on bittejä. Vertailun tuloksenä saadaan vertailumerkkijonojen välinen korrelaatio. Vertailumerkkijonot vastaavat sitä paremmin toisiaan, mitä suurempi korrelatiotulos on. Korrelatiolaskentaa toistetaan siten, että kullakin toistokerralla vertailu suoritetaan eri kohtaan ensimmäistä vertailumerkkijonoa, kunnes paras 20 korrelatiotulos saavutetaan. Sen jälkeen kun ensimmäisestä merkkijonosta löytyy haettu bittijono, voidaan vastaanottimessa MS suorittaa vertailuajan tarkempi tahdistus tämän ensimmäisestä merkkijonosta löydetyn bittijonon sijainnin perusteella.

25 Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa käytetään useampia mainituista samansisältöisistä kentistä: 8-bittinen tahdistusosa, 17-bittinen viikonaika TOW, ja 3-bittinen alikehyksen tunniste, jolloin voidaan saavuttaa jopa 28-bittiä (=8+17+3) pitkä korreloitava bittijono. Tällöin bittijonon osat eivät välttämättä ole peräkkäin, joten korrelointi 30 suoritetaan ns. paloittain jatkuvalla bittijonolla siten, että korrelatiossa huomioidaan kaikki tunnetut bitit, esim. "10001011xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx10101110101101101xx001". Tässä esimerkkibittijonossa x-merkintä tarkoittaa sitä, että kyseistä bittiä ei huomioida korrelatiossa.

35 Erittäin heikossa signaaliolosuhteissa ei edellä esitetty bittijonon sovitusmenetelmä välttämättä anna riittävän luotettavaa tulosta, koska sovituksessa käytettävän bittijonon pituus on hyvin pieni, korkeintaan

17 bittiä. Tällöin keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä voidaan bittijonon sovitukseen lisäksi käyttää vaihelukittua silmukkaa 17 (PLL, Phase Locked Loop). Joissakin vastaanottimissa vaihelukittua silmukkaa käytetään symbolinopeuden (symbol rate) ilmaisemiseksi vastaanotetusta signaalista. Vaihelukitulla silmukalla 17 voidaan bittien reunojen etsiä myös melko heikostakin signaalista, koska vaihelukittu silmukka käyttää huomattavasti enemmän informaatiota (bittejä) symbolinopeuden ilmaisussa. Vaihelukittu silmukka 17 ei kuitenkaan välttämättä saa selville lähetettyjen bittien arvoja sinänsä. Tällöin yhdistämällä bittijonon sovitus vaihelukitun silmukan 17 käyttöön, voidaan parantaa vastaanottimen MS vertailukellon tahdistustarkkuutta todelliseen GPS-aikaan.

15 Sen jälkeen kun vertailukellon oikea tahdistus on selvitetty, voidaan suorittaa signaalin vastaanottohetkien määrittys. Kun GPS-aika on riittävän tarkasti tiedossa vastaanottimessa MS, voidaan satelliiteista vastaanotettujen tietokehysten vastaanottoaika selvittää tietokehysten sisältämän aikatiedon TOW perusteella. Tällöin vastaanottimen MS sijainti voidaan määrittää edullisesti kaavan 1 mukaan. Kunkin satelliitin signaalin kulkuaika vastaanottimeen voidaan tämän jälkeen laskea sinänsä tunnetusti vastaanottoajan ja lähetysajan perusteella.

25 Keksinnön soveltamisen kannalta ei tukiaseman BS välttämättä tarvitse lähetä vastaanottimeen MS arviota GPS-ajasta tai satelliiteista lähetettyjen signaalien kulkuaajoista, vaan riittää, että vastaanotin MS saa tiedon signaalien kulkuaikaeroista. Tällöin vastaanotin MS suorittaa kulkuaikaerojen perusteella eri satelliiteista vastaanotettujen kehysten tahdistamisen toisiinsa yhdistämistä varten, kuten aikaisemmin tässä selityksessä on esitetty.

30 Vaikka edellä kuvatussa esimerkissä käytettiin vertailupisteenä tuki- asemaa BS, on selvää, että vertailupisteeksi voidaan valita muu kohde, jonka sijainti jollakin tarkkuudella on selvillä. Tällöin tätä vertailupistettä käytetään sijainninmäärittäksessä vastaanottimen oletussijaintina.

35 Edellä esitettyjä laskutoimituksia suoritetaan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä edullisesti digitaalisessa

signaalinkäsittely-yksikössä 3 ja/tai ohjauslohkossa 7. Tätä varten on sovellusohjelmistoon muodostettu tarvittavat ohjelmakäskyt sinänsä tunnetusti. Laskutoimitusten tuloksia ja mahdollisesti tarvittavia väliltöksiä tallennetaan muistiin 4, 8. Sijainninmääritynksen suorituksen jälkeen voidaan sijainninmääritysvastaanottimen määritetty sijainti esittää edullisesti näytöllä 12 esim. koordinaattimuodossa. Näytöllä 12 voidaan esittää myös sen alueen karttatieta, jossa käyttäjän sijainninmääritysvastaanotin MS sillä hetkellä sijaitsee. Nämä karttatiemed voidaan ladata esim. matkaviestinverkon kautta edullisesti siten, että sijainninmääritysvastaanottimen MS matkaviestintointilainnoista lähetetään määritetyt sijaintiedot tukiaseaan BS, joka välittää ne edelleen käsiteltäväksi, esim. matkaviestinkeskukseen (ei esitetty). Tarvittaessa matkaviestinverkosta otetaan yhteys esim. Internet-verkon kautta sellaiseen palvelimeen (ei esitetty), jossa ao. alueen karttatieta on tallennettuna. Tämän jälkeen karttatiemed lähetetään matkaviestinverkon kautta tukiaseaan BS ja edelleen sijainninmääritysvastaanottimeen MS.

Vaikka edellä on keksintöä kuvattu sijainninmääritysvastaanottimen MS yhteydessä, on selvää, että keksintöä voidaan soveltaa myös muun tyypissä elektroniikkalaitteissa, joissa on väliteet elektroniikkalaitteen sijainninmääritynksen suorittamiseksi. Tällöin nämä väliteet elektroniikkalaitteen sijainninmääritynksen suorittamiseksi käsittevät keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen sijainninmääritysvastaanottimen MS.

Keksintöä voidaan vielä soveltaa myös muiden langattomien tiedonsiirtoverkkojen kuin matkaviestinverkkojen yhteydessä. Tällöin jonkin, sijainninmääritysvastaanottimen läheisyydessä olevan tunnetun pisteen sijainti voidaan vastaanottaa langattoman tiedonsiirtoverkon kautta.

On selvää, että nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

h2

19

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähetämään koodimoduloituun signaaliin, jossa menetelmässä informaatiota välitetään moduloimalla lähetysvaiheessa mainittua koodimoduloitua signaalia, jolloin vastaanottovaiheessa suoritetaan demodulointi lähetetyn informaation selvittämiseksi, ja joista satelliiteista lähetetään ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti, **tunnettua** siitä, että menetelmässä vastaanotetaan kahden tai useaman satelliitin lähetämää signaalia, selvitetään vastaanotettujen signaalien kulkuaiakaerot eri satelliiteista lähetettyjen signaalien synkronoimiseksi keskenään, ja muodostetaan analyysisignaali käyttämällä ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista vastaanotetusta signaalista.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että muodostetaan vertailutieto, ja verrataan mainittua vertailutietoa mainittuun analyysisignaaliin ainakin yhden mainitun samaa informaatiota sisältävän signaalin etsimiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että vertailussa käytetään korrelaatiota.
4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, jossa välittävää informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin alkutahdistusosan (P), **tunnettua** siitä, että menetelmässä etsitään analyysisignaalista mainittua alkutahdistusosaa (P).
5. Jonkin patenttivaatimuksen 1—4 mukainen menetelmä, jossa välittävää informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin aikatietoa (TOW), **tunnettua** siitä, että menetelmässä etsitään analyysisignaalista mainittua aikatietoa (TOW).

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1—5 mukainen menetelmä, jossa välitettävästä informaatiota lähetetään yhdessä tai useammassa tietokehysessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin tunnistetietoa (ID), tunnettu siitä, että menetelmässä etsitään analyysisignaalia mainittua tunnistetietoa (ID).

10 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1—6 mukainen menetelmä, jossa välitettävä informaatio käsittää ainakin satelliittien ratatietoa, tunnettu siitä, että menetelmässä käytetään mainittua ratatietoa vastaanottimen sijainnin määritysessä.

15 8. Jonkin patenttivaatimuksen 1—7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä moduloitavana informaationa käytetään binäärimuotoista informaatiota, jolloin moduloitava informaatio koostuu joukosta informatiobittejä, joilla kummakin on joko ensimmäinen binääriarvo tai toinen binääriarvo.

20 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että moduloinnissa käytettävä koodi muodostetaan joukosta alibittejä, kullekin alibitille valitaan koodin perusteella joko ensimmäinen arvo tai toinen arvo, jolloin mainitulla joukolla alibittejä moduloitu signaali muodostaa koodijakson, että kunkin informatiobitin välityksessä käytetään ainakin yhtä mainittua koodijaksoa, ja että modulointi suoritetaan siten, että mikäli moduloitavan informatiobitin arvona on ensimmäinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään mainitun koodijakson alibiteille valittuja arvoja, tai mikäli informatiobitin arvona on toinen binääriarvo, moduloinnissa käytetään koodijakson kullekin alibiteille valitun arvon vastakkaista arvoa.

25 30 10. Vastaanotin (MS), joka käsittää ainakin synkronointivälineet (3, 4, 7, 16) vastaanottimen (MS) synkronoinmiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähetämään koodimoduloituun signaaliin, ja demodulointivälineet (1, 2a—2d, 5) lähetetyn informaation selvittämiseksi, ja joista satelliiteista on lähetetty ainakin osittain samaa informatiota olennaisesti samanaikaisesti, tunnettu siitä, että vastaanotin (MS) käsittää lisäksi välineet (1, 2a—2d) kahden tai useaman satelliitin (SV1—SV4) lähetämän signaalin vastaanottamiseksi, ja että mainitut synkronointivälineet käsittävät

ainakin välineet (7, 10, 11) vastaanotettujen signaalien kulkuaikaerojen selvittämiseksi, välineet (3) vastaanotettujen, eri satelliittien (SV1—SV4) signaalien synkronoimiseksi keskenään mainittujen kulkuaikaerojen perusteella, ja välineet (3, 4) analyysisignaalin muodostamiseksi käyttäen ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista (SV1—SV4) vastaanotetusta signaalista.

5

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen vastaanotin (MS), tunneltu siitä, että se käsittää lisäksi ainakin välineet (16) ainakin yhden vertailutiedon muodostamiseksi, ja vertailuvälineet (7, 8) mainitun vertailutiedon vertaamiseksi mainitun analyysisignaaliin ainakin yhden mainitun samaa informaatiota sisältävän signaalin etsimiseksi.

10

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen vastaanotin (MS), tunneltu siitä, että vertailuvälineet käsittävät välineet (7) korrelaation suorittamiseksi mainitun vertailutiedon ja mainitun analyysisignaalin välillä.

15

13. Patenttivaatimuksen 10, 11 tai 12 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin alkutahdistusosan (P), tunneltu siitä, että mainitut vertailuvälineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun alkutahdistusosan (P) etsimiseksi analyysisignaalista.

20

14. Jonkin patenttivaatimuksen 10—13 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin aikatietoa (TOW), tunneltu siitä, että mainitut vertailuvälineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun aikatiedon (TOW) etsimiseksi analyysisignaalista.

25

15. Jonkin patenttivaatimuksen 10—14 mukainen vastaanotin (MS), jossa välitettävää informaatiota on lähetetty yhdessä tai useammassa tietokehyksessä (SF1—SF5), ja ainakin yksi tietokehys (SF1—SF5) käsittää ainakin tunnistetietoa (ID), tunneltu siitä, että mainitut

30

35

vertailuvälilineet käsittävät välineet (3, 4) mainitun tunnistetiedon (ID) etsimiseksi analyysisignaalista.

16. Jonkin patenttivaatimuksen 10—15 mukainen vastaanotin (MS),  
5 jossa välitettävä informaatio käsittää ainakin satelliittien ratatietoa,  
tunnettua siitä, että vastaanotin käsittää lisäksi välineet (3, 4, 7, 8)  
mainitun ratatiedon käyttämiseksi vastaanottimen (MS) sijainnin  
määritysessä.

10 17. Jonkin patenttivaatimuksen 10—16 mukainen vastaanotin (MS),  
tunnettua siitä, että moduloidavana informaationa on käytetty  
binäärimuotoista informaatiota, jolloin moduloidava informaatio koostuu  
joukosta informaatiobittejä, joilla kullekin on joko ensimmäinen  
binääriarvo tai toinen binääriarvo.

15 18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen vastaanotin (MS), tunnettua  
siitä, että moduloinnissa käytetty koodi on muodostettu joukosta  
alibittejä, kullekin alibitille on valittu koodin perusteella joko  
ensimmäinen arvo tai toinen arvo, jolloin mainitusta joukosta alibittejä  
20 moduloidusta signaalista on muodostettu koodijakso, että kunkin  
informaatiobitin välityksessä on käytetty ainakin yhtä mainittua  
koodijaksoa, ja että modulointi on suoritettu siten, että mikäli  
modulointavan informaatiobitin arvona on ensimmäinen binääriarvo,  
moduloinnissa on käytetty mainitun koodijakson alibiteille valittuja  
25 arvoja, tai mikäli informaatiobitin arvona on toinen binääriarvo,  
moduloinnissa on käytetty koodijakson kullekin alibitille valitun arvon  
vastakkaista arvoa.

30 19. Paikannusjärjestelmä, joka käsittää ainakin:  
— kaksi tai useampia satelliitteja (SV1—SV4), jotka käsittävät välineet  
koodimoduloidun signaalin lähetämiseksi, ja välineet informaation  
välittämiseksi moduloinnilla mainittua koodimoduloitua signaalia, ja  
— vastaanottimen (MS), joka käsittää synkronointivälineet (3, 4, 7, 16)  
35 vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4)  
lähetämään koodimoduloituun signaaliiin, ja  
demodulointivälineet (1, 2a—2d, 5) lähetetyn informaation  
selvittämiseksi,

ja joista satelliiteista on järjestetty lähetettäväksi ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti, tunnettu siitä, että vastaanotin (MS) käsitteää lisäksi väliset (1, 2a—2d) kahden tai useamman satelliitin (SV1—SV4) lähetämän signaalin vastaanottamiseksi, väliset (2a—2d) vastaanotettujen signaalien kulkuaikeiden selvittämiseksi, ja että mainitut synkronointiväliset käsitteät ainakin väliset (7, 10, 11) vastaanotettujen signaalien kulkuaikeiden selvittämiseksi, väliset (3) vastaanotettujen, eri satelliittien (SV1—SV4) signaalien synkronoimiseksi keskenään 10 mainittujen kulkuaikeiden perusteella, ja väliset (3, 4) analyysisignaalin muodostamiseksi käytäen ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista (SV1—SV4) vastaanotetusta signaalista.

h3

**(57) Tiivistelmä**

Keksintö kohdistuu menetelmään vastaanottimen (MS) synkronoimiseksi satelliittien (SV1—SV4) lähetämään koodimoduloituun signaaliin. Menetelmässä informaatiota välitetetään moduloimalla lähetysvaiheessa mainitusta koodirnoduloitua signaalia, jolloin vastaanottovaiheessa suoritetaan demodulointi lähetetyn informaation selvittämiseksi. Satelliiteista lähetetään ainakin osittain samaa informaatiota olennaisesti samanaikaisesti. Menetelmässä vastaanotetaan kahden tai useamman satelliitin lähetämää signaalia, selvitetään vastaanottujen signaalien kulkuaiakaerot eri satelliiteista lähetettyjen signaalien synkronoimiseksi keskenään, ja muodostetaan analyysisignaali käytäällä ainakin osaa ainakin kahdesta synkronoidusta, eri satelliiteista vastaanotetusta signaalista.

**Fig. 4**

24

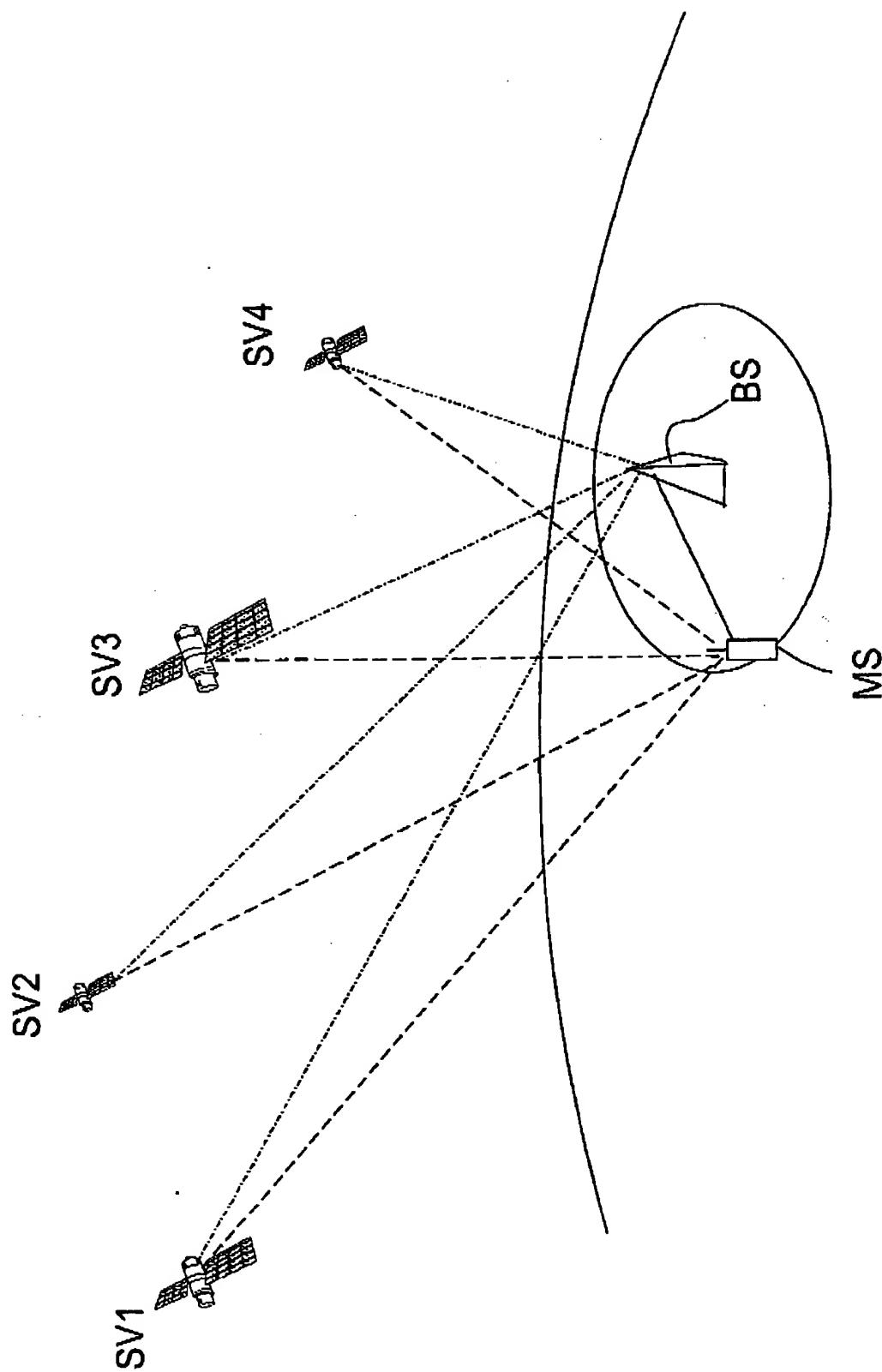


Fig. 1

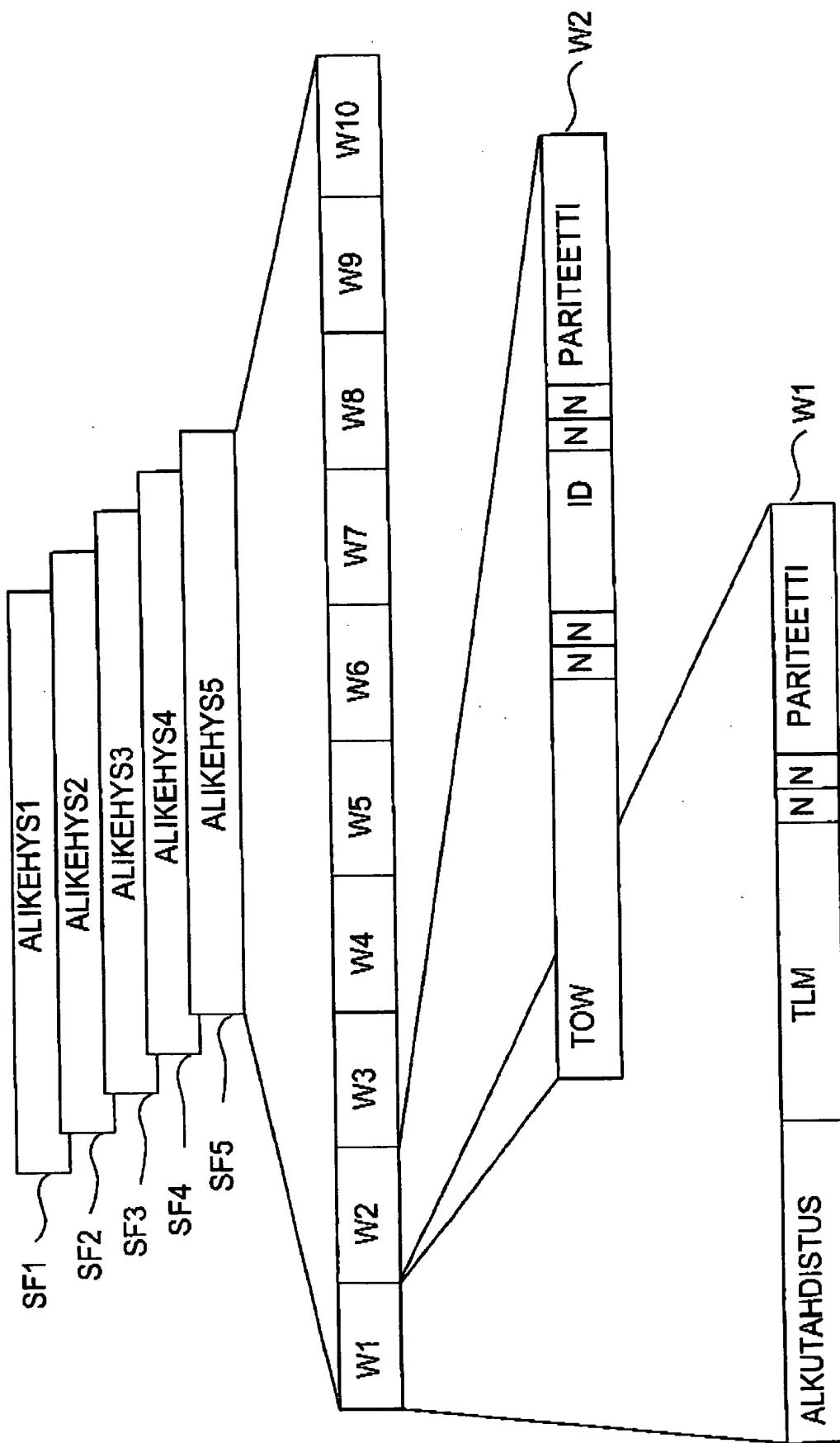


Fig. 2

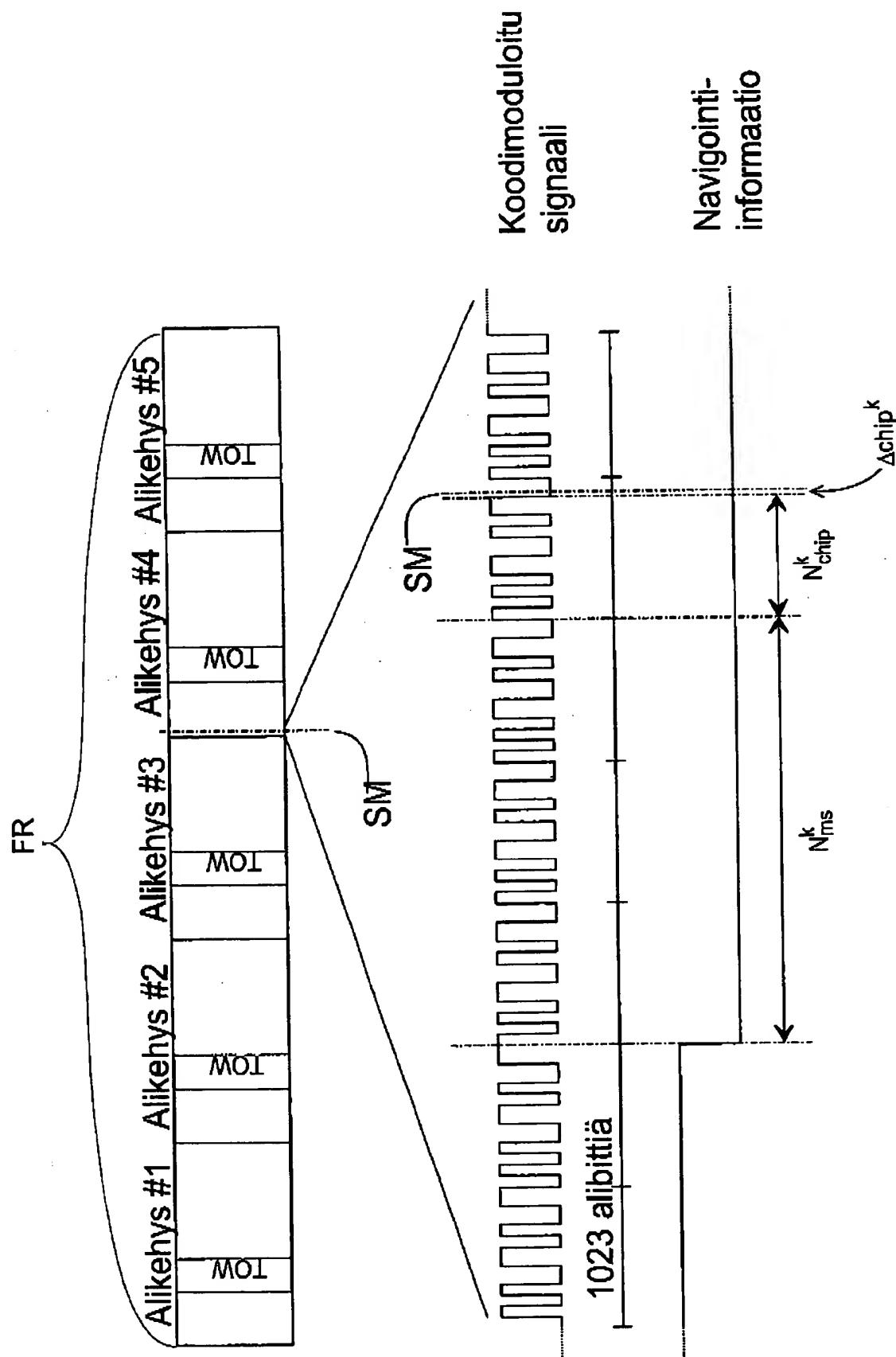


Fig. 3

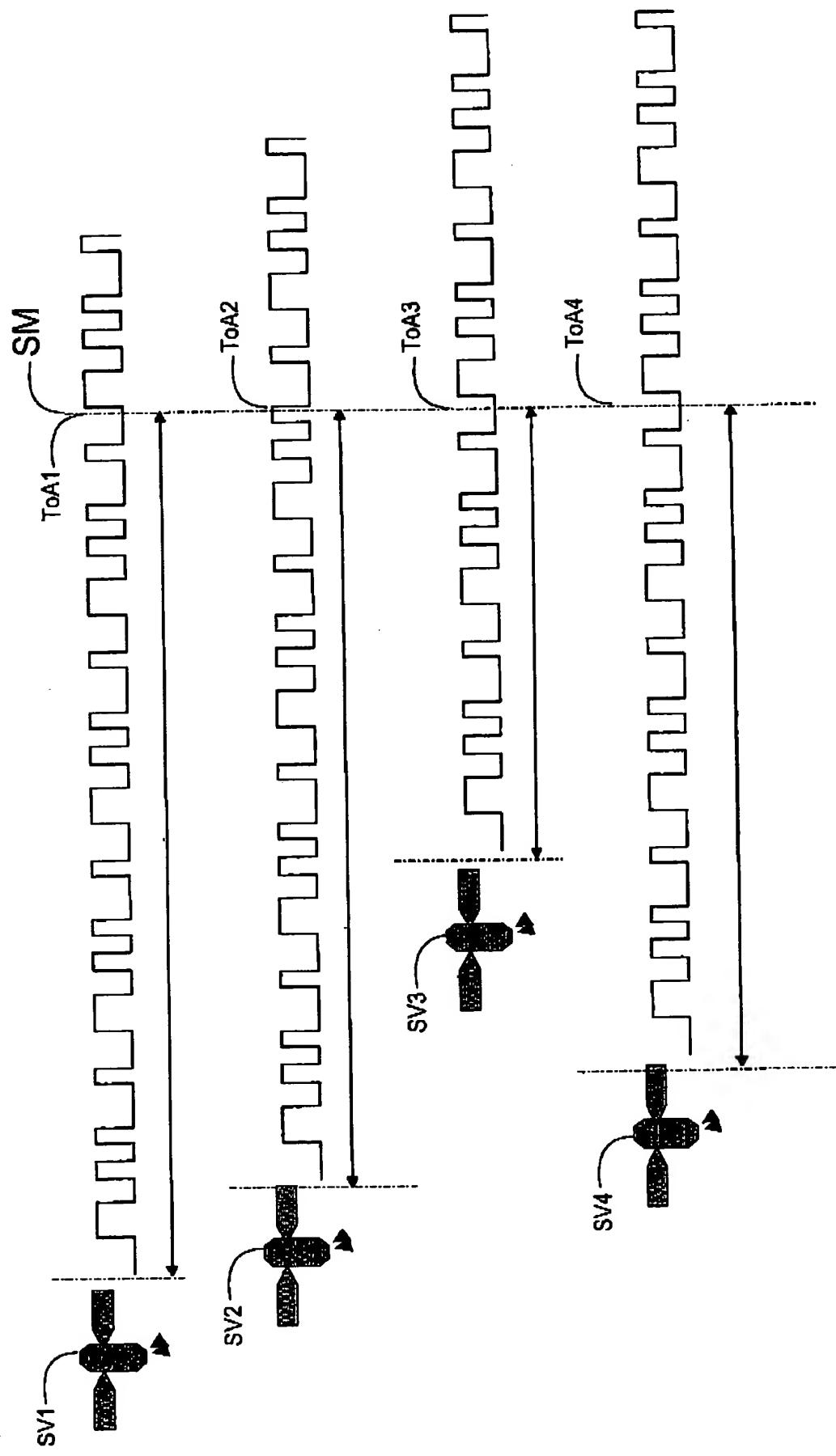
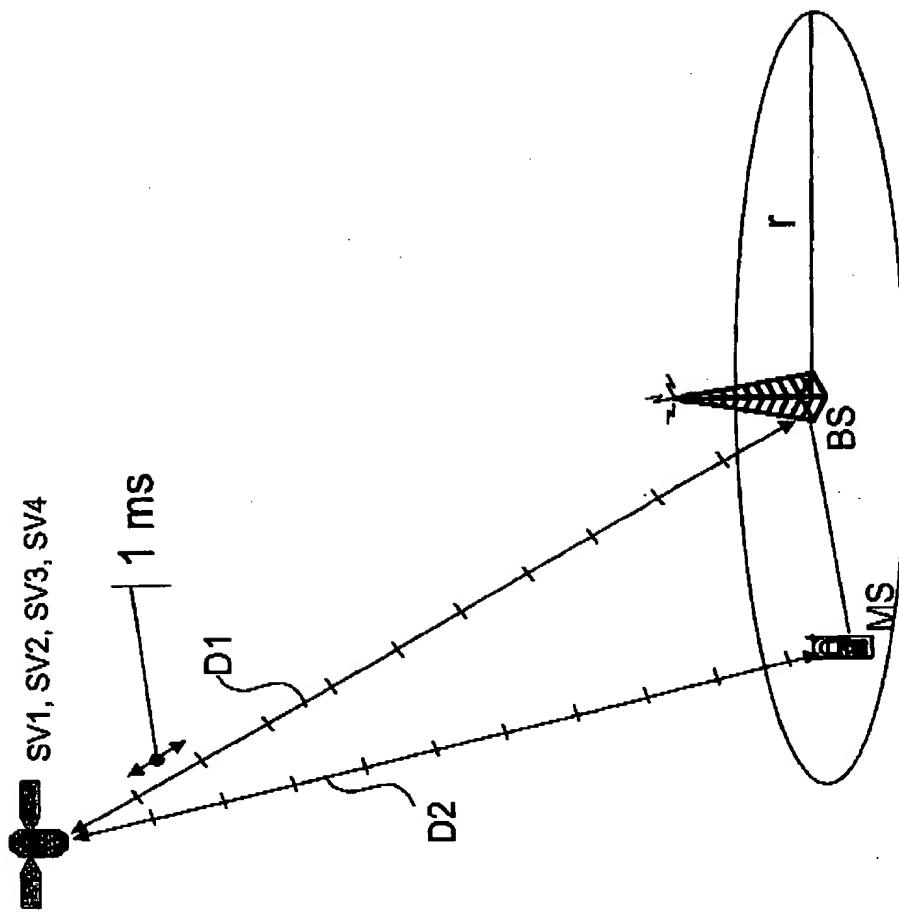
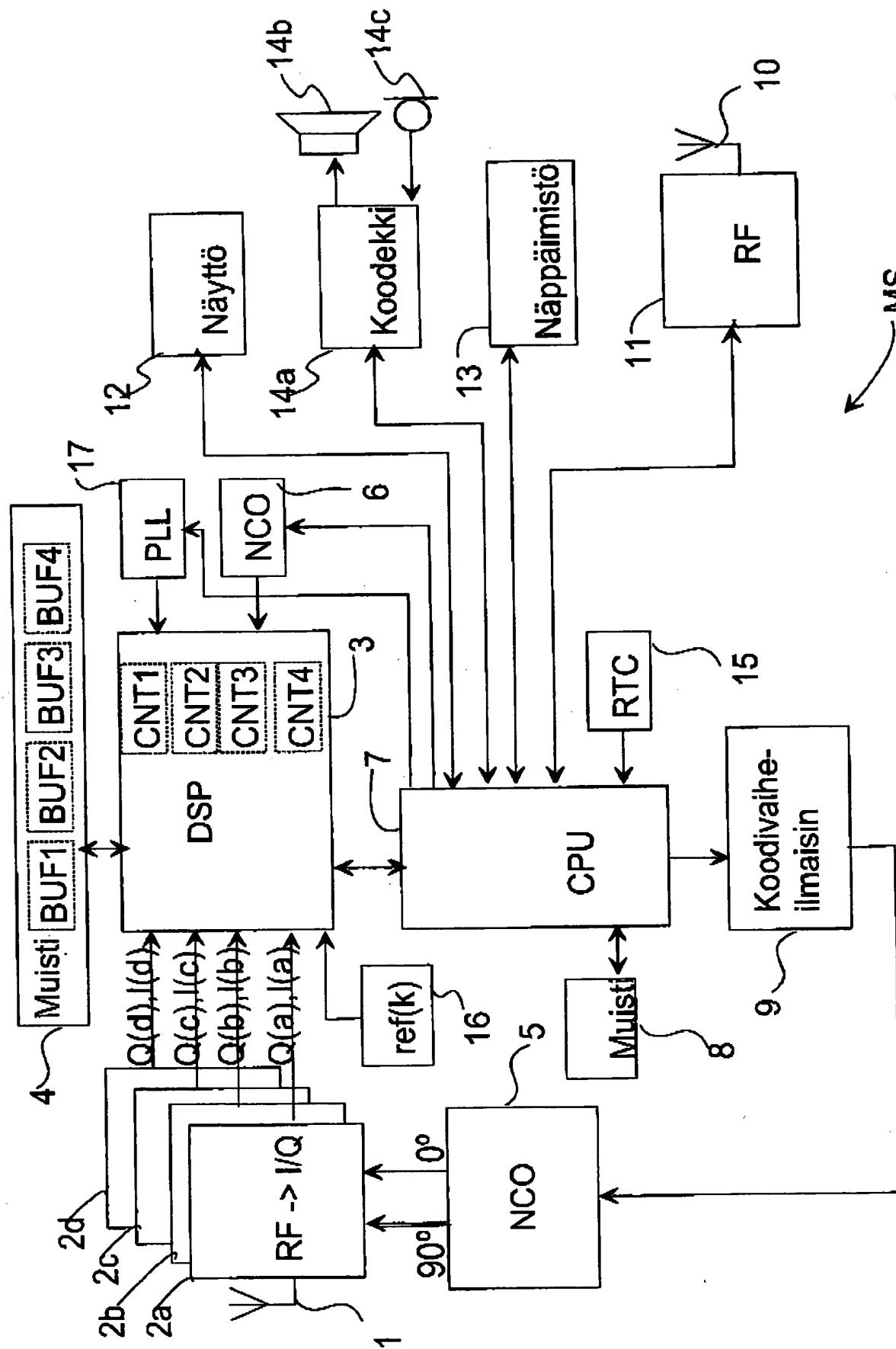


Fig. 4

Fig. 5





四

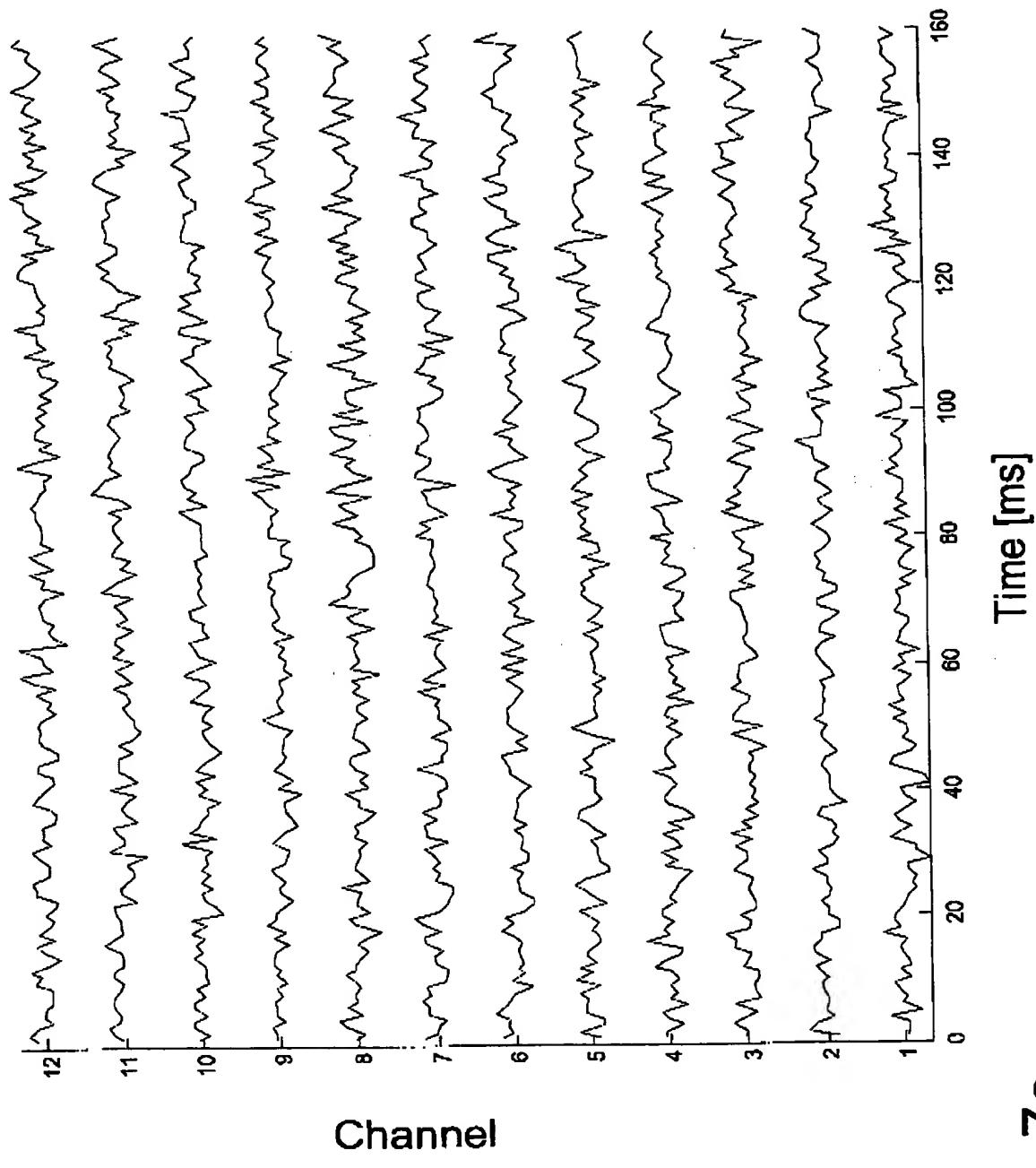


Fig. 7a

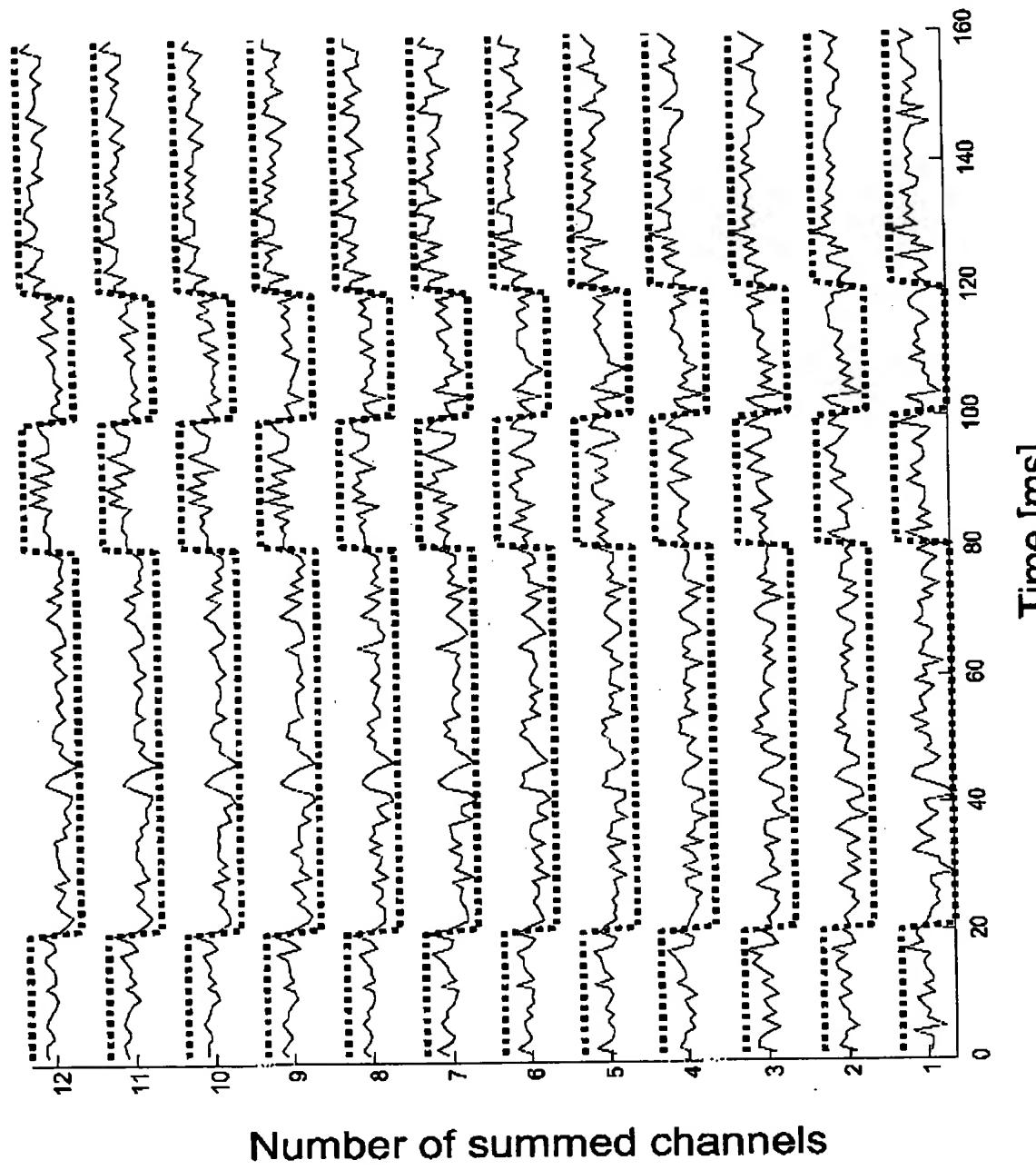


Fig. 7b